

Л. В. Ветчинникова, А. Ф. Титов

ИНТРОДУКЦИЯ КАРЕЛЬСКОЙ БЕРЕЗЫ



Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Федеральный исследовательский центр
«Карельский научный центр Российской академии наук»
Институт леса КарНЦ РАН
Институт биологии КарНЦ РАН

Л. В. Ветчинникова, А. Ф. Титов

ИНТРОДУКЦИЯ КАРЕЛЬСКОЙ БЕРЕЗЫ

Учебное пособие

Петрозаводск
2021

УДК 582.632.1:581.522.68(075)

ББК 28.5я7

В39

Рецензенты:

доктор биологических наук А. М. Крышень

доктор биологических наук Г. С. Антипина

*Финансовое обеспечение исследований осуществлялось
из средств федерального бюджета в рамках выполнения
государственного задания ФИЦ «Карельский научный центр РАН»
(Институт леса КарНЦ РАН, Институт биологии КарНЦ РАН).*

Ветчинникова Л. В., Титов А. Ф.

В39 Интродукция карельской березы : учебное пособие / Л. В. Ветчинникова, А. Ф. Титов. – Петрозаводск : КарНЦ РАН, 2021. – 53 с.: ил. 21, табл. 11. Библиогр. 31 назв.

ISBN 978-5-9274-0907-5

В учебном пособии кратко описаны основные биологические особенности карельской березы *Betula pendula* Roth var. *carelica* (Mercklin) Hämet-Ahti, ареал и современное состояние ее ресурсов. Представлены данные, отражающие отечественный и зарубежный опыт интродукции карельской березы, наибольшие природные популяции которой в России находятся на территории Республики Карелия. Наряду с историей интродукции, дается анализ роста карельской березы и особенностей проявления ее основных признаков и свойств при интродукции в разные почвенно-климатические условия. Рассматриваются основные способы и методы, позволяющие повысить эффективность интродукции. Приводится перечень задач и мероприятий, направленных на увеличение масштабов интродукционной работы с карельской березой и повышение ее эффективности.

Для студентов средних специальных и высших учебных заведений биологического, экологического и лесохозяйственного направлений, школьников старших классов и всех любителей природы.

УДК 582.632.1:581.522.68(075)

ББК 28.5я7

ISBN 978-5-9274-0907-5

© Ветчинникова Л. В., Титов А. Ф., 2021

© ФИЦ «Карельский научный центр РАН», 2021

© Институт леса КарНЦ РАН, 2021

© Институт биологии КарНЦ РАН, 2021

ВВЕДЕНИЕ

Интродукция растений предполагает целенаправленный перенос видов за пределы ареалов в новые для них природно-климатические условия для дальнейшего использования в тех или иных целях. Первоначально интродукция растений была направлена главным образом на обогащение местной флоры новыми видами. В результате к середине 20-го века в ботанических садах мира было интродуцировано примерно 2,5 % (т. е. около 4,5 тыс. из 180 тыс. тогда известных) покрытосеменных растений. С начала 80-х годов произошло заметное усиление внимания к вопросам сохранения генофондов и биологического разнообразия травянистых и древесных растений (включая редкие и исчезающие виды), которые также могут решаться с помощью интродукции.

Однако в отличие от травянистых видов интродукция древесных растений является намного более трудоемким процессом, поскольку их многолетний цикл развития предполагает длительный срок проведения испытаний, на выполнение которых нередко требуются десятки лет и значительные средства. При этом определенные неудачи могут иметь место не только на начальных этапах этой работы, но и после ее формального завершения. Примером может служить клен ясенелистный (*Acer negundo* L.), который далеко не сразу был интродуцирован в Европе (из Северной Америки), а сейчас считается инвазивным видом.

Как известно, древесные растения характеризуются достаточно широкой нормой реакции, высокой экологической пластичностью и устойчивостью к неблагоприятным факторам внешней среды. Тем не менее среди них есть виды, количество представителей которых и занимаемая ими территория по тем или иным причинам неуклонно сокращаются. К ним, в частности, относится карельская береза *Betula pendula* Roth var. *carelica* (Mercklin) Hämet-Ahti. Благодаря наличию уникальной и высокоценной узорчатой древесины она многие десятилетия привлекает к себе особое внимание не только

потребителей, но и ученых и специалистов. Не случайно уже более полувека ведутся работы по ее интродукции.

Необходимо подчеркнуть, что интродукция редких, находящихся под угрозой исчезновения видов растений является особенно сложной и ответственной задачей, поскольку выращивание в новых условиях предполагает не только увеличение их общей численности, но и сохранение их генетического разнообразия. Для достижения этого требуется серьезная предварительная работа, направленная на объективную оценку перспектив интродукции, поскольку всегда существует вероятность непреднамеренной утери редких генотипов и получения результатов, не соответствующих ожиданиям. Так, перенос и выращивание карельской березы, находящейся в нашей стране под угрозой исчезновения, в различных природно-климатических условиях показали, что хотя ее основные биологические особенности при интродукции сохраняются, количество деревьев с узорчатой текстурой в древесине, которая считается ее главным и высокоценным отличительным признаком, редко превышает 40–60 %. Причины этого могут быть разными и вполне объективными. Их выявление и учет могут стать серьезной предпосылкой для повышения эффективности интродукционной работы с этим уникальным представителем европейской лесной дендрофлоры.

ГЛАВА 1

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КАРЕЛЬСКОЙ БЕРЕЗЫ

По цвету коры ствола, морфологии листовой пластинки и органов генеративной сферы карельская береза внешне схожа с березой повислой. Главной ее отличительной особенностью является узорчатая древесина с особыми физико-механическими свойствами, благодаря которой она высоко ценится на мировом рынке и в отличие от других древесных пород продается в килограммах, а не в кубических метрах. Необычное строение древесины, свойственное преимущественно ствольной части дерева, хорошо заметно как на его поперечном срезе (рис. 1, А), так и продольном (рис. 1, Б), поскольку проводящие элементы направлены не строго вертикально, а под разными углами, что приводит к образованию извилистости годичных слоев, а наличие темно-окрашенных включений на обычно светло-желтом фоне основной массы древесины обуславливает ее оригинальную цветовую гамму. У березы повислой, как и у большинства других видов березы, на поперечных и продольных срезах древесины рисунок отсутствует (рис. 1, В–Г). Основу узорчатого рисунка в древесине в виде темно-коричневых прожилок представляют скопления клеток паренхимной ткани. Светлые полосы появляются в местах изменения ориентации



Рис. 1. Поперечные (А, В) и продольные (Б, Г) срезы ствола карельской березы (А, Б) и березы повислой (В, Г)

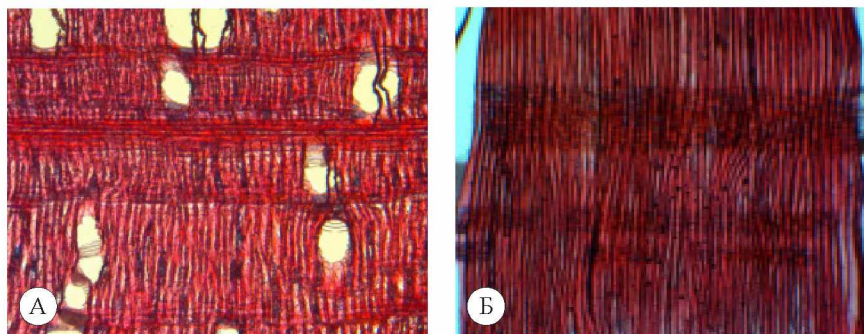
анатомических элементов, когда на поперечном срезе сосуды, сердцевинные лучи и волокнистые трахеиды располагаются в радиальной проекции, и наоборот.

По составу анатомических элементов древесина карельской березы сходна с древесиной березы повислой, но резко отличается по их соотношению: длина волокнистых элементов, количество сосудов и размеры их члеников у карельской березы меньше, а объем сердцевинных лучей значительно выше (табл. 1, рис. 2). Увеличение количества последних сопровождается объединением в агрегатные

Таблица 1. Соотношение анатомических элементов в древесине березы повислой и карельской березы

Анатомические элементы	Береза повислая	Карельская береза	
		обычная по текстуре	узорчатая
Волокнистые трахеиды, %	63,6	<u>55,4</u>	25,5
Сосуды, %	23,7	<u>16,1</u>	14,9
Серцевинные лучи, %	10,3	<u>21,0</u>	45,4
Древесная паренхима, %	2,4	<u>7,5</u>	14,2
Длина волокнистых элементов, мк	75,0	<u>47,6</u>	46,6
Длина члеников сосудов, мк	53,2	<u>36,1</u>	28,7
Диаметр члеников сосудов, мк	5,9	<u>4,4</u>	3,6

Примечание. Здесь и в табл. 9, 11: максимальное значение показателей выделено полужирным шрифтом, минимальное – курсивом, среднее – подчеркнуто.



**Рис. 2. Древесина карельской березы (А) и березы повислой (Б).
Радиальный срез**

(ложноширокие) лучи, в которых, как правило, встречаются каменистые клетки (склереидные комплексы). В местах ослабления камбиальной активности в сторону древесины взамен трахеальным элементам откладываются паренхимные. В результате на поверхности ствола образуются выпуклости или неровности.

Установлена определенная зависимость между толщиной коры и наличием рисунка в древесине карельской березы: над узорчатой древесиной кора в 3–4 раза толще по сравнению с березой повислой или березой пушистой независимо от условий и места ее произрастания.

Карельская береза характеризуется высоким уровнем разнообразия по ряду морфологических признаков, включая форму роста, тип поверхности ствола, насыщенность рисунка в древесине, что прежде всего отражает ее биологические особенности. В настоящее время наиболее объективной считается классификация карельской березы по форме роста, на основе которой выделяют высокоствольную, короткоствольную и кустообразную, а по типу поверхности ствола – ребристую, мелкобугорчатую и шаровидноутолщенную (табл. 2).

Таблица 2. Классификация карельской березы по форме роста и типу поверхности ствола

По форме роста	По типу поверхности ствола	
	Русский вариант	Финский вариант
Высокоствольная	Ребристая	J (продольно-наплывная)
Короткоствольная	Мелкобугорчатая	P (бугорчатая)
Кустообразная	Шаровидноутолщенная	K (бутылочная)
Высокоствольная*	Бугорчатая*	R (кольчатая) *

Примечание. * – данные по ледяной березе.

Ведущая роль в формовом составе природных популяций принадлежит короткоствольной форме роста (до 60 %) (табл. 3). На долю деревьев высокоствольной формы приходится около 10 %, а кустообразная составляет примерно 30 %, причем доля последней увеличивается по направлению к южной части ареала. Изучение генетических особенностей карельской березы с применением молекулярно-генетических методов подтвердило, что ее формовое разнообразие обусловлено генетически.

**Таблица 3. Разнообразие карельской березы по форме роста
и типу поверхности ствола в природных популяциях**

Показатель	Количество деревьев, %		
	Россия, Карелия	Беларусь	Финляндия
Форма роста			
Высокоствольная	10	10,5	—
Короткоствольная	62	57,9	—
Кустообразная	28	31,6	—
Тип поверхности ствола			
Шаровидноутолщенная	30	49,2	9
Мелкобугорчатая	65	50,2	78
Ребристая	5	0,6	13

Примечание. Здесь и в табл. 7–11: прочерк – отсутствие данных.

Карельская береза в отличие от березы повислой, как правило, ниже по высоте, крона у нее более редкая, «плакучесть» ветвей почти отсутствует, кора более грубая. Попутно следует сказать о ледяной березе (*Eisbirke*, *Ice birch*), которая, так же как и карельская, имеет выпуклости на поверхности ствола и волнистую текстуру в древесине с перламутровым оттенком (похожим на лед, что и определило ее название), но отличается от последней значительно более тонкой корой, отсутствием темно-коричневых включений в древесине и характеризуется исключительно высокоствольной формой роста (рис. 3). Ледяная береза является флористической редкостью и, как правило, сопутствует карельской березе в популяциях северной части ее ареала (преимущественно в Швеции, Финляндии и России – в Республике Карелия и Ленинградской области), а также в семенном потомстве произрастающих здесь деревьев. Поэтому некоторые финские исследователи относят ледяную березу к карельской и выделяют как тип R (кольчатая) (см. табл. 2).

Образование узорчатой текстуры в древесине карельской березы проявляется внешне не сразу (как правило, в зависимости от плотности популяции), ее косвенные признаки становятся внешне различимыми чаще всего только на 8–10-й год развития растений, но в оптимальных для роста и развития условиях они становятся заметными уже в возрасте 3–5 лет, хотя первоначальные изменения в работе

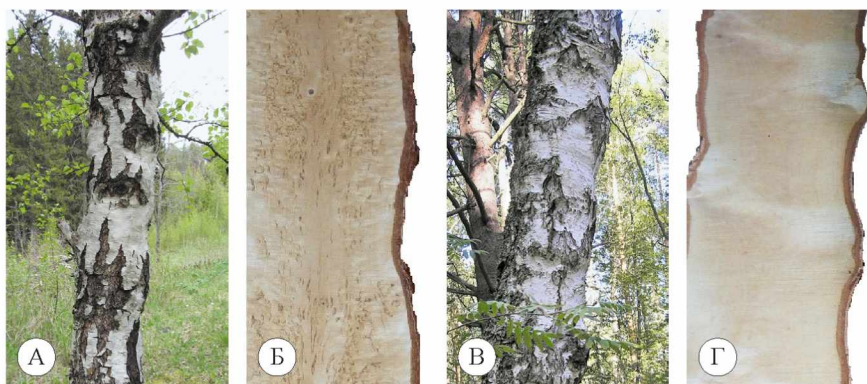


Рис. 3. Карельская береза (А), ледяная береза (В) и их древесина на продольном срезе ствола (Б, Г соответственно)

камбия у карельской березы проявляются уже на второй год вегетации растений (на этапе развития поздней древесины в стволе).

Цитогенетические исследования показывают, что гаплоидное число хромосом для березы повислой *B. pendula* Roth равняется 14, для березы пушистой *B. pubescens* Ehrh. – 28, их диплоидный набор – 28 и 56 хромосом, соответственно. Иначе говоря, береза повислая является диплоидом, а береза пушистая – тетраплоидом. Карельская береза представляет собой скорее диплоид с количеством хромосом, равным 28, которое, однако, может варьировать в диапазоне от 23–25 до 40–42, что свидетельствует о наличии миксоплоидии в соматических тканях узорчатых особей (рис. 4).

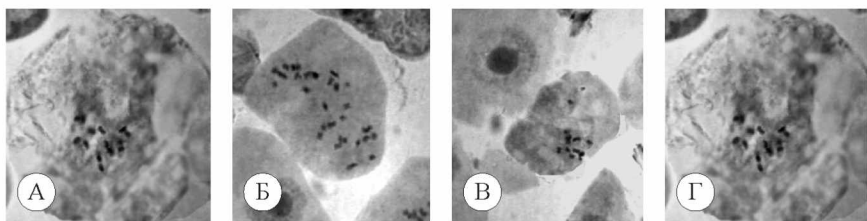


Рис. 4. Метафазные пластинки клеток листовой меристемы карельской березы с различным числом хромосом: А – с гаплоидным – 14(n); Б – модальным диплоидным – $2n = 2x = 28$; В и Г – анеуплоидным – $11(n - 3)$ и $34(2n + 6)$ (увеличение: $10^x \times 100^x \times 1,5^x$)

Наличие у карельской березы миксоплоидии нашло также подтверждение при использовании молекулярно-генетических SSR-маркеров (Simple Sequence Repeats). Причем ее уровень по разным локусам оказался сходным и не был связан с какой-либо из хромосом. Биологическая роль и причины данного явления пока не установлены. Не исключено, что у карельской березы в период мейоза при микроспорогенезе и развитии мужского гаметофита причиной изменения кариотипа формируемой пыльцы может быть цитомиксис, способствующий появлению анеуплоидных гамет, а у триплоидов – формированию нередуцированной пыльцы. Повышенный уровень цитомиксиса, обнаруживаемый, как правило, в результате интрогрессивной гибридизации, может быть обусловлен участием тетраплоидных видов, в случае карельской березы таким видом может выступать береза пушистая.

Факт миксоплоидии у карельской березы может свидетельствовать не только о ее гибридном происхождении, но и, что особенно важно, о ее генетической обособленности относительно березы повислой и березы пушистой. Однако заметим, что при применении цитогенетического анализа в целях диагностики карельской березы возникают объективные сложности в подсчете хромосом из-за их мелкого размера (до 2μ) при их немалом количестве (от 14 до 56).

ГЛАВА 2

АРЕАЛ КАРЕЛЬСКОЙ БЕРЕЗЫ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЕЕ РЕСУРСОВ

По существующему таксономическому статусу карельская береза считается разновидностью березы повислой, однако по сравнению с последней имеет локальный и фрагментированный ареал, находящийся исключительно на территории стран Балтийского региона (в широком его понимании) и приуроченный к определенным природно-климатическим условиям (рис. 5).

Карельская береза, как и береза повислая, является светолюбивой породой, но в отличие от нее не способна образовывать леса, расти в насаждениях с высокой плотностью и конкурировать с ней в местах их контакта (часто оказываясь в подчиненном ярусе). Деревья карельской березы, как правило, растут на значительном расстоянии друг от друга, хотя иногда произрастают относительно большими, но изолированными группами. Она встречается в редко- и мелколесьях (~68–70%), обнаруживается на опушках леса и по берегам водоемов (~15%), а также на нелесных землях (заброшенных пастбищах или сенокосных угодьях) (~10%) и возле жилых строений. В Швеции и Беларуси отдельные деревья и небольшие группы до сих пор можно найти в придорожных полосах (~8%). В Эстонии карельская береза отмечена на альварных почвах (безлесная поверхность, сложенная

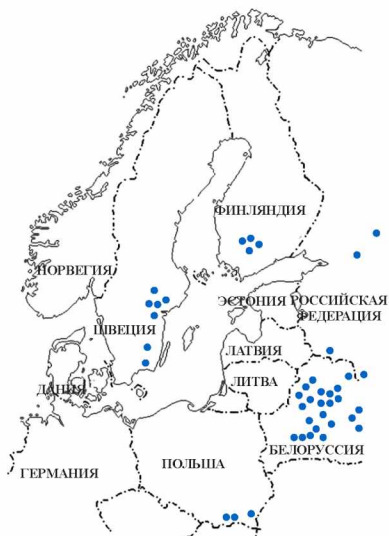


Рис. 5. Ареал карельской березы в начале 21-го века (места произрастания обозначены точками)

известняком), каменных грядках и других местах вдоль побережья Балтийского моря. В Латвии и в Беларуси ее изредка находили в дюнах и на откосах, где почвы преимущественно песчаные. На территории Польши и Беларуси участки с присутствием карельской березы ранее выделяли в так называемый «крестьянский лес», который использовали в качестве лесного пастбища и для заготовки дров.

В целом карельская береза обнаруживается в растительных сообществах с пониженной напряженностью конкурентных отношений и/или в той или иной мере подверженных антропогенному воздействию. Относительно невысокая требовательность карельской березы к почвенным условиям позволяет ей успешно расти на бедных песчаных и каменистых почвах. На плодородных почвах она также хорошо растет и развивается, но при условии достаточно высокой освещенности и отсутствия конкуренции с другими древесными породами.

Необходимо сказать, что несмотря на довольно высокие адаптационные возможности, сегодня карельская береза оказалась среди древесных растений, наиболее подверженных негативным антропогенным воздействиям, а ее численность в природных популяциях в границах всего ареала существенно сократилась. Например, в Швеции в начале 20-го века карельская береза встречалась во многих местах в центральных и юго-восточных провинциях, активно заготавливалась и поставлялась на английские рынки под названием «шведского лилейного дерева». Но уже к середине 50-х годов ее ресурсы резко сократились, и сейчас в естественных популяциях сохранилось лишь около 200 деревьев. Сходные изменения произошли и в Финляндии: естественный ареал карельской березы в начале 20-го века простирался здесь почти по всей южной и юго-восточной части ее территории, тогда как к началу 21-го века он резко сократился.

В Республике Карелия – на территории наибольшего распространения карельской березы в России – за последние 100 лет также выявлено резкое снижение плотности ее популяций (табл. 4), обусловленное уменьшением не только общей численности деревьев, но и занимаемой ими площади. Существующие в настоящее время особо охраняемые природные территории (ООПТ) и территории специального назначения, созданные в нашей стране с целью сохранения генофонда карельской березы в Республике Карелия,

**Таблица 4. Площадь, количество деревьев и плотность популяций
в заказниках карельской березы, расположенных
на территории Республики Карелия**

Показатель	Ботанический заказник					
	«Анисимовщина»		«Каккоровский»		«Спасогубский»	
	1976 г.	2018 г.	1976 г.	2018 г.	1976 г.	2018 г.
Площадь, га	5,7	4,4	26,0	26,0	8,3	4,9
Количество деревьев, шт.	2168,0	1639,0	608,0	30,0	375,0	4,0
Плотность популяции, число деревьев на 1 га	380,4	372,5	23,4	1,2	45,2	0,8

обеспечивают охрану более 90 % генофонда карельской березы, хотя занимают не более 0,01 % от общей площади карельских ООПТ.

На современном этапе наибольшей численностью характеризуются популяции, находящиеся на территории Республики Беларусь, площадь которых составляет от нескольких сот квадратных метров до нескольких гектаров (от 0,2 до 30,0 га). Но и здесь, так же как и в других странах, они распределены неравномерно (табл. 5). Согласно данным последних лет, наибольшая часть насаждений с участием карельской березы находится в Могилевской области (более 55 %), наименьшая – в Брестской (менее 1 %). Суммарный запас карельской березы в Беларуси оценивается в 40 тыс. м³, из которых для заготовки древесины рекомендовано около 15 тыс. м³, причем в разных популяциях объем варьирует от 6 до 100 м³/га.

**Таблица 5. Площадь насаждений с участием карельской березы,
количество деревьев с признаками наличия узорчатой древесины
и ее запасы на территории Республики Беларусь**

Область	Площадь, га	Кол-во деревьев, % от общего числа	Запасы, м ³
Брестская	42,3	0,8	~1500
Витебская	563,9	24,7	~3000
Гомельская	19,7	1,3	<100
Гродненская	9,8	4,6	~2000
Минская	45,7	13,0	~6000
Могилевская	13,7	55,6	>2500
Всего	695,1	100	~15100

К настоящему времени установлены основные причины резкого сокращения численности популяций карельской березы. Прежде всего это выборочные рубки (в том числе незаконные), проводившиеся в течение длительного времени, поскольку высокоценная древесина карельской березы активно используется человеком на протяжении многих десятилетий. В результате таких рубок зачастую исчезали наиболее ценные генотипы, а многие природные популяции оказались представленными главным образом деревьями со слабо выраженной узорчатой текстурой в древесине.

Добавим к этому, что в естественных условиях многие деревья карельской березы по своему возрасту (80 лет и более) находятся в настоящее время на поздней генеративной и даже постгенеративной стадии развития и характеризуются резким снижением репродуктивной функции. Очевидно, поэтому в границах всего ее ареала жизнеспособный подрост практически отсутствует.

Отрицательное влияние на формирование и развитие карельской березы, так же как и других растений, оказывают и колебания природно-климатических факторов, что делает ее плодоношение крайне нестабильным: высокоурожайные годы чередуются с годами средне- и малоурожайными (особенно заметно это проявилось в начале 21-го века). Численность карельской березы в природных условиях сокращается, вероятно, и вследствие ее биологических особенностей, таких как, например, фрагментированный ареал и низкая конкурентоспособность по отношению к другим древесным породам. Кроме того, при низкой численности популяций происходит скрещивание карельской березы с березой повислой или березой пушистой, в результате которого в потомстве количество особей с узорчатой древесиной резко уменьшается и может составлять всего 2–3 %, редко достигая 25 %.

ГЛАВА 3

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ИНТРОДУКЦИИ КАРЕЛЬСКОЙ БЕРЕЗЫ В СОВЕТСКОМ СОЮЗЕ (по 1991 г.) И В РОССИИ (с 1992 г.)

В Советском Союзе наиболее ранние опыты по интродукции карельской березы путем посева семян и/или посадки саженцев, полученных из Карелии, по-видимому, были начаты в 1946 г. на территории Латвийской ССР (табл. 6). Культуры были заложены в трех географических точках республики на площади 0,4 га. В возрасте 20 лет косвенные признаки карельской березы проявились у 40 % деревьев (табл. 7).

В 1947 г. академик ВАСХНИИЛ А. С. Яблоков инициировал работы по интродукции карельской березы в Московской области, которые проводились его ученицей А. Я. Любавской. В лесхозах Московской области из семян карельской березы, собранных в Карелии и Белоруссии, ею были созданы опытные культуры и опытно-производственные плантации, занимавшие территории с общей площадью около 100 га и количеством деревьев с признаками узорчатой древесины более 50 тысяч.

Начиная с 1949 г. заготовка семян карельской березы для интродукции осуществлялась преимущественно в Карелии на территории Заонежского спецлесхоза, где в течение последующих 20 лет было собрано более 2600 кг семян (рис. 6). Согласно имеющимся сведениям, семена были отправлены в 49 регионов бывшего Советского Союза, включая не только соседние с Карелией (Мурманская, Архангельская, Ленинградская области), но и значительно более удаленные от нее (Новосибирская область, Алтайский и Хабаровский край и др.). Периодически семена карельской березы направляли также в Москву для поставки на экспорт.

Самые северные искусственные насаждения карельской березы в нашей стране, по-видимому, были созданы в Мурманской области (см. табл. 6, рис. 7). Посаженные в середине 50-х годов к 18-летнему возрасту деревья имели высоту в среднем более 3 м с диаметром у корневой шейки около 16 см.

Таблица 6. Интродукция карельской березы в Советском Союзе (по 1991 г.)

Республика, область, территория	Географические координаты	Природные зоны (территории) и климат
Киргизская ССР	39° с. ш., 73° в. д.	Горы. Резко континентальный, засушливый
Латвийская ССР Лесничество «Шкеде»	57° с. ш., 25° в. д.	Смешанные леса. Умеренный, морской
Узбекская ССР Самаркандский лесхоз	39° с. ш., 66° в. д.	Степь, горы. Субтропический внутриконтинентальный
Украинская ССР Житомирская область Березовский, Малинский и Овруцкий лесхозы	50° с. ш., 28° в. д.	Лесостепь. Умеренно-континентальный
Харьковская область Даниловский опытный лесхоз	49° с. ш., 36° в. д.	
РСФСР		
Башкирская АССР	54° с. ш., 56° в. д.	Темнохвойная тайга, лесостепь. Умеренно-континентальный
Марийская АССР Уч.-оп. лесхоз, Бот. сад МарГТУ, Мупмаринский питомник, Яльчинское лесничество	56° с. ш., 47° в. д.	Смешанные леса. Умеренно-континентальный
Архангельская область	62° с. ш., 45° в. д.	Тайга. Умеренный
Воронежская область	51° с. ш., 38° в. д.	Лесостепь. Умеренно-континентальный
Кировская область	58° с. ш., 47° в. д.	Южная тайга. Умеренно-континентальный
Московская область	55° с. ш., 37° в. д.	Смешанные леса. Умеренно-континентальный
Мурманская область	67° с. ш., 33° в. д.	Лесотундра и северная тайга. Умеренно холодный
Горьковская область Семеновский спецлесхоз	56° с. ш., 44° в. д.	Смешанные леса. Умеренно-континентальный
Омская область Муромцевское и Артынский лесничества	56° с. ш., 74° в. д.	Лесостепь. Континентальный и резко континентальный
Свердловская область	56° с. ш., 60° в. д.	Южная тайга. Континентальный
Ульяновская область Кузоватовский лесхоз	53° с. ш., 47° в. д.	Лесостепь. Умеренно-континентальный

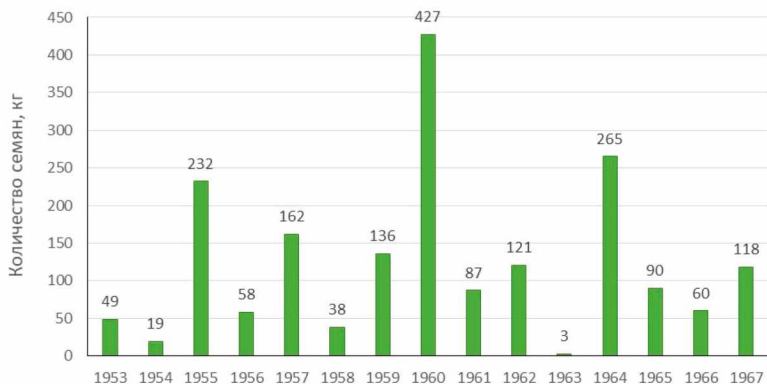


Рис. 6. Заготовка семян карельской березы в Карелии в период с 1953 по 1967 г.

К настоящему времени у части этих деревьев диаметр стволов (на высоте 1,3 м) превышает 25 см, а на их поверхности явно просматриваются неровности и выпуклости, которые являются характерными косвенными признаками наличия узорчатой текстуры в древесине (см. рис. 7, табл. 7).

Таблица 7. Проявление косвенных признаков, характерных для карельской березы в зависимости от возраста растений при интродукции, %

Регион, местонахождение	Возраст растений, лет				
	4	6	8–11	20	30
Латвия	–	–	–	40	–
Республика Башкортостан	–	–	>50	–	–
Воронежская область	–	~45	–	65	–
Кировская область Шабалинский лесхоз	–	–	–	–	56
Мурманская область	10	–	>45	–	–
Омская область Муромцевское и Артынское лесничества	16,2	>30	46,3	–	–
Свердловская область	–	>50	–	–	–



Рис. 7. Карельская береза, интродуцированная в Мурманской области (окрестности г. Апатиты, 67° с. ш., 33° в. д., возраст деревьев 50 лет)

Семенное потомство неоднократно использовалось при интродукции карельской березы в условиях центральной лесостепи, например, в Воронежской и Липецкой областях. Так, при создании искусственных насаждений на территории Левобережного лесничества учебно-опытного лесхоза Воронежского государственного лесотехнического университета (ранее Воронежский лесотехнический институт) исходным материалом в 1960 г. послужили двухлетние саженцы, выращенные из семян финского происхождения (из Института лесной генетики и селекции, г. Хельсинки, Финляндия), а позднее, в 1977 г., – из семян, полученных из Карелии. Спустя 20 лет отчетливо выраженные косвенные признаки карельской березы отмечены у 65 % деревьев.

Имеются сведения о том, что в 60-е годы карельская береза была успешно введена в культуру на территории Узбекской ССР и Киргизской ССР (см. табл. 6), что значительно расширило географию интродукционных работ в широтном направлении далеко на юг от границы ареала и подтвердило ее высокий адаптивный потенциал.

Благодаря интродукции карельская береза активно продвигалась и в долготном направлении. Со второй половины 20-го века она выращивается в Республике Марий Эл, в Кировской, Ульяновской, Нижегородской, Свердловской областях и ряде других регионов (см. табл. 6).

В Сибири опыты по выращиванию карельской березы (из семян карельской и ленинградской репродукции) проводились в Омской области. При этом в семилетних культурах, созданных на территории Муромцевского и Артынского лесничеств, максимальная высота растений достигала почти 3,5 м, а диаметр у корневой шейки – 7,8 см. Морфологические признаки, характерные для карельской березы, были обнаружены более чем у 30 % саженцев в возрасте шести лет и у 46,3 % – к девяти годам (см. табл. 7).

Несколько пунктов интродукции карельской березы находятся в Республике Башкортостан. Например, из семян от свободного опыления, присланных в 1962 г. из Карелии, сотрудники Южно-Уральского ботанического сада-института Уфимского федерального исследовательского центра РАН (ранее Ботанический сад-институт Уфимского научного центра РАН) получили потомство, которое произрастает в ботаническом саду (рис. 8, А) и в парке им. М. Гафури в г. Уфе. В 1976 г. в Верхне-Троицком лесничестве Туймазинского лесхоза (западная часть Башкирии) были созданы культуры карельской березы с использованием двухлетних саженцев (неизвестного происхождения) общей площадью около 1,5 га. Спустя 33 года здесь сформировался двухъярусный древостой, верхний ярус которого представлен в равной пропорции карельской березой и березой повислой, а второй – лещиной обыкновенной, жимолостью татарской, черемухой обыкновенной и другими лесными породами, за исключением березы. Жизненное состояние деревьев карельской березы в целом оценивалось как хорошее (индекс относительного жизненного состояния составил 83,1 %), однако по ростовым параметрам она несколько уступала березе повислой (высота – 14,0 и 15,5 м, диаметр ствола – 16,0 и 16,3 см, соответственно).

В настоящее время карельская береза представлена и в других ботанических садах и дендрологических парках России, включая Главный ботанический сад им. Н. В. Цицина РАН, Ботанический



Рис. 8. Примеры успешной интродукции карельской березы в ботанических садах: А – г. Уфа (Башкортостан, Россия), Б – г. Петрозаводск (Республика Карелия, Россия), В – г. Минск (Беларусь), Г – г. Саласпилс (в 20 км от г. Риги, Латвия)

сад Петра Великого Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН, Ботанический сад Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета им. С. М. Кирова, Ботанический сад Петрозаводского государственного университета (рис. 8, Б) и др., а также и за рубежом (рис. 8, В–Г).

Накопленный при этом опыт помимо прочего свидетельствует о перспективности использования карельской березы для зеленого строительства и ландшафтного дизайна в городах и небольших населенных пунктах, поскольку низкий рост, утолщения на поверхности ствола и своеобразное ветвление придают ей необычный и весьма привлекательный вид.

В 70-е годы при осуществлении интродукции большие надежды возлагались на вегетативное размножение карельской березы, хотя она, как известно, относится к трудно укореняемым растениям. Длительное время перспективным считалось размножение путем прививки, однако из-за низкой приживаемости прививаемых компонентов этот способ не получил широкого применения. Еще менее эффективным оказался метод зеленого черенкования.

В 1989 г. сотрудники Уфимского ботанического сада-института впервые в России вырастили посадочный материал карельской березы с использованием клонального микроразмножения в культуре *in vitro*. Исходным материалом послужили гибриды и клоны (прививки), растущие на территории Агробиологической станции Карельского научного центра РАН (находящейся в пригороде г. Петрозаводска). В результате в 1991 г. в ботаническом саду г. Уфы был создан коллекционный участок карельской березы. В настоящее время он представлен 36 деревьями с наличием косвенных признаков узорчатой древесины, которые наиболее явно проявились на восьмой год развития деревьев (рис. 9). Впоследствии 2 тыс. растений-регенерантов, полученных *in vitro*, стали основой для создания целевой плантации по выращиванию деревьев с узорчатой древесиной на территории Туймазинского государственного производственного лесохозяйственного объединения (Республика Башкортостан). Характерные признаки «узорчатости» наиболее явно проявились на восьмой год после посадки деревьев (см. табл. 7).



Рис. 9. Карельская береза, интродуцированная в Башкортостане
(г. Уфа, 54° с. ш., 56° в. д., возраст деревьев 30 лет)

Несколько позднее, в 1993 г., в Воронежской области на территории Семилукского лесного селекционного питомника также были созданы опытные культуры с использованием клонового потомства карельской березы (5 генотипов), полученного *in vitro*. Несмотря на то что у части растений было обнаружено проявление соматической изменчивости (в результате использования каллусной культуры), в целом косвенные признаки наличия узорчатой древесины соответствовали исходным растениям и визуально проявились раньше (в период с 3–4 до 5–8 лет) по сравнению с семенным потомством (10–12 лет), ранее использованным здесь при интродукции.

ГЛАВА 4

ОПЫТ ИНТРОДУКЦИИ КАРЕЛЬСКОЙ БЕРЕЗЫ В ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАНАХ

Первые в мире опыты по интродукции карельской березы, видимо, были проведены в Финляндии в 1938–1939 гг. на территории лесного питомника Таймела (Taimela) вблизи г. Рованиеми (66° с. ш., 25° в. д.), расположенного в 600 км к северу от границы ее ареала ($61^{\circ}48'$ с. ш., $29^{\circ}19'$ в. д.). С началом генеративной фазы развития были получены полнозрелые семена. Они послужили основой для массового получения саженцев на севере Финляндии (66° – 68° с. ш., 24° – 29° в. д.). К началу 60-х годов здесь было высажено более 35 тыс. саженцев на общей площади около 30 га. Исходным материалом стали семена, собранные на территории Пункахарью (Punkaharju) (61° с. ш., 29° в. д., провинция Южное Саво, Восточная Финляндия), расположенной в 700 км южнее от места посадок. Однако значительная часть растений в насаждениях, созданных в северной части Финляндии, позднее была утрачена. Основными причинами оказались разного рода повреждения, нанесенные животными (лосями, зайцами, мышевидными грызунами и даже кротами). Деревья карельской березы, которые в настоящее время произрастают в разных частях Лапландии и в г. Рованиеми, в большинстве своем родом из питомника Таймела.

В Швеции интродукция карельской березы была осуществлена в начале 2000-х годов, когда вблизи населенного пункта Каликс (Kalix, 65° с. ш., 23° в. д.), расположенного в 800 км к северу от границы ареала, были созданы насаждения, включающие 25 генотипов разного географического происхождения (из Швеции, Финляндии и России (Карелии)), полученных путем клонального микроразмножения. К возрасту 10–12 лет высота растений варьировала от 2 до 6 м при диаметре ствола от 3 до 13 см (рис. 10). При этом у большинства клонов независимо от их происхождения и генотипа явно проявились основные свойства и признаки карельской березы (форма роста, выпуклости и утолщения на поверхности ствола), характерные для исходных материнских деревьев.



Рис. 10. Карельская береза, интродуцированная в Швеции (вблизи населенного пункта Каликс (Kalix), возраст деревьев 20 лет)

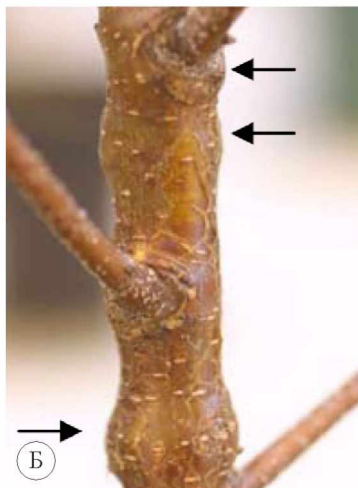


Рис. 11. Карельская береза шведского происхождения, выращенная путем клонального микроразмножения в Британской Колумбии (А), и выпуклости (указаны стрелками) на поверхности ее ствола (Б), косвенно свидетельствующие о формировании узорчатой текстуры в древесине

Интересные исследования были анонсированы в начале 21-го века в Канаде. Их автор (Matsson, 2006) планировал решить две задачи, одна из которых предполагала интродукцию карельской березы на территории Британской Колумбии (Канада) путем выращивания посадочного материала шведского происхождения *in vitro*, а другая – выявление генетических механизмов формирования узорчатой текстуры в древесине. В результате был получен посадочный материал и успешно введен в культуру (рис. 11), однако вторую задачу до сих пор решить не удалось.

Приведенные сведения не исчерпывают весь спектр работ по интродукции карельской березы за рубежом, но даже они указывают на повышенный интерес к данному объекту и его разведению (введению в культуру) в целом ряде регионов (включая те, которые находятся на значительном расстоянии от границ его ареала) и одновременно с этим являются хорошим примером успешной интродукционной работы.

РОСТ И ХАРАКТЕР ПРОЯВЛЕНИЯ ПРИЗНАКОВ И СВОЙСТВ КАРЕЛЬСКОЙ БЕРЕЗЫ ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В РАЗЛИЧНЫХ ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Считается, что сезонный ритм ростовых процессов отражает эколого-физиологические особенности растений и характер их ответной реакции на действие факторов внешней среды, среди которых особое место принадлежит температуре. Прохождение растениями полного цикла развития свидетельствует об их успешной интродукции. Самым северным пунктом, где успешно интродуцирована карельская береза, считается пос. Ивало (68° с. ш., 27° в. д.), расположенный в провинции Лаппи (Финляндия). Морозы здесь не вызывали гибели саженцев, но их более «южное» происхождение проявлялось в том, что листопад наблюдался значительно позднее, часто с появлением устойчивого снежного покрова. У карельской березы, посаженной в окрестностях г. Апатиты Мурманской области (67° с. ш., 33° в. д.), напротив, в первые пять лет отмечали повреждения морозом верхушечных побегов, в дальнейшем ежегодно их прирост колебался от 24 до 45 см. При этом осенняя окраска листьев наблюдалась уже в середине августа, но созревание семян – только во второй декаде сентября, что почти на 1,5 месяца позднее по сравнению с деревьями карельской березы, произрастающими в 700 км южнее на территории Карелии, где проходит северная граница ее ареала.

Наряду с температурой значительное влияние на рост растений оказывают почвенные условия. Уже в ранних работах отмечалось, что карельская береза в отличие от других видов березы хорошо растет даже на сухих каменистых почвах. Однако анализ ростовых показателей деревьев хотя и выявил наличие определенных различий в скорости апикального и/или радиального роста, тем не менее показал отсутствие приуроченности карельской березы к определенному типу почв (табл. 8). Например, в условиях Ульяновской области, где преобладают темно-серые лесные легкосуглинистые почвы, средние показатели

высоты деревьев карельской березы составили около 4,5 м при диаметре ствола до 6,2 см, а в Омской области – на глееподзолистых, дерново-подзолистых серых лесных и болотных почвах – 3,5 м и 7,8 см, соответственно (см. табл. 8). В Республике Марий Эл на песчаных, супесчаных и тяжелосуглинистых почвах высота карельской березы варьировала от 5,0 до 8,5 м, а диаметр ствола – от 4,3 до 9,6 см (см. табл. 8, рис. 12).

Таблица 8. Ростовые показатели деревьев карельской березы, интродуцированных в разных регионах, в зависимости от почвенных условий

Республика, область, территория	Тип почвы	Высота деревьев, м		Диаметр ствола, см	
		Возраст насаждений, лет			
		7–18	≥24	7–18	≥24
Латвия					
Лесничество «Шкеде»	Дерново-подзолистые, карбонатные	4,8	–	4,3	–
Республика Башкортостан					
Верхне-Троицкое лесничество	Серые лесные, легкосуглинистые	–	14,0	–	>16
Республика Марий Эл					
Учебный лесхоз МарГТУ	Супесчаные	6,8	–	4,3	–
Ботанический сад МарГТУ	Тяжелосуглинистые	–	8,5	–	9,6
Мупмаринский питомник нац. парка «Марий Чодра»	Песчаные	–	5,1	–	6,1
Яльчинское лесничество	Супесчаные	–	5,0	–	3,7
Кировская область					
Шабалинский лесхоз	Подзолистые, средне- и тяжелосуглинистые, супесчаные	1,8– 3,7	5,4	3,4	7,6
Московская область					
Ивантеевский лесопитомник	Дерново-подзолистые, супесчаные, суглинистые	4,5	5,7– 10,6	5,9	7,8– 12,4
Мурманская область	Подзолистые глеевые, подзолистые илпювиально-гумусовые	>3	10,0	16*	25
Омская область	Дерново-подзолистые, серые лесные и болотные	3,5	–	7,8*	–
Ульяновская область					
Кузоватовский лесхоз	Темно-серые лесные легкосуглинистые	4,5	–	6,2	–

Примечание. Диаметр ствола измерялся на высоте 1,3 м, * – на уровне корневой шейки.



Рис. 12. Карельская береза, интродуцированная в Республике Марий Эл (окрестности г. Йошкар-Ола, 56° с. ш., 47° в. д., возраст растений 35 лет)

С возрастом у карельской березы наблюдается усиление различий между деревьями по форме роста. Так, среди древовидных форм роста выделяют высокоствольную (с хорошо выраженным стволом и высоко приподнятой кроной – от 1,5–2,0 м и выше), короткоствольную (стволовая часть до 1,5–2,0 м, выше которой располагаются несколько мощно развитых скелетных ветвей, формирующих общую крону) и кустообразную (укороченный – от 10 см до 1,0 м, но явно выраженный ствол, несущий раскидистую крону). Кроме древовидных иногда встречаются низкорослые растения кустарниковой или кустовидной формы роста, большинство из которых обладают слабой репродуктивной способностью и имеют короткий жизненный цикл. В отличие от кустарниковой формы, кустовидные растения являются многоствольными и не имеют общего ствола в прикорневой части.

Как уже отмечалось, в природных популяциях и в северной (Республика Карелия, Россия), и в южной (Беларусь) части ареала чаще встречаются деревья короткоствольной формы роста (60 %

и более) с мелкобугорчатым типом ствола. При интродукции в семенном потомстве карельской березы также наблюдается дифференциация растений по формам роста, однако соотношение их между собой в разных регионах может различаться. Например, в условиях Воронежской области отмечено преобладание деревьев кустообразной формы роста, в Кировской области – короткоствольной, а в Московской области – высокоствольной (табл. 9). Тем не менее независимо от региона в потомстве карельской березы с возрастом четко выделяются три группы деревьев (в соответствии с формой роста), которые по скорости роста (как апикального, так и радиального) различаются почти в 1,5 раза (табл. 10). Кроме того, при интродукции около 30 % деревьев были идентифицированы как мелкобугорчатые (Республика Марий Эл и Кировская область) или шаровидно-утолщенные (Ульяновская область), во всех изученных насаждениях более 50 % – с ребристым типом поверхности ствола (табл. 11).

Таблица 9. Соотношение деревьев карельской березы с разной формой роста в зависимости от их возраста при интродукции, %

Регион, местонахождение	Возраст культур, лет	Кол-во деревьев	Форма роста			Без признаков «узорчатости»
			в/ств	к/ств	куст	
Воронежская область	20	–	8,6	<u>31,4</u>	35,0	25,0
Кировская область Шабалинский лесхоз	35	–	<u>34,8</u>	52,9	12,3	–
Московская область ЩУОЛХ	16	–	23,7	<u>15,7</u>	10,9	49,7
	22	264	22,3	<u>13,6</u>	8,4	55,7
	30	209	17,1	<u>11,4</u>	5,5	66,0
	45	299	25,0	<u>11,4</u>	5,4	58,2
В среднем			22,0	<u>13,0</u>	7,6	57,4
Ивантеевский лесопитомник	15	476	<u>25,4</u>	30,4	10,9	33,3
	23	404	<u>27,3</u>	27,5	9,7	35,6
	27	361	28,5	<u>25,0</u>	7,8	38,8
	44	195	29,0	<u>14,7</u>	0,5	55,8
	54	159	31,8	<u>3,8</u>	–	64,4
В среднем			28,4	<u>20,3</u>	7,2	45,6

Примечание. Формы роста: в/ств – высокоствольная, к/ств – короткоствольная, куст – кустообразная. Здесь и в табл. 10: ЩУОЛХ – Щелковский учебно-опытный лесхоз МГУЛ.

Таблица 10. Высота (Н, м) и диаметр (d, см) деревьев разных форм роста карельской березы в зависимости от возраста при интродукции

Регион, местонахождение	Возраст, лет							
	15		20–25		35		44	54
	Н	d	Н	d	Н	d	Н	d
Высокоствольная форма роста								
Воронежская область	–	–	7,3	6,2	–	–	–	–
Кировская область								
Шабалинский лесхоз	–	–	–	–	14,0	15,0	–	–
Московская область								
ЩУОЛХ	6,7	5,9	–	–	–	–	–	–
Ивантеевский лесопитомник	6,1	–	–	7,8	–	–	11,8	14,4
Короткоствольная форма роста								
Воронежская область	–	–	6,1	5,3	–	–	–	–
Кировская область								
Шабалинский лесхоз	3,7	3,4	–	–	9,1	11,8	–	–
Московская область								
ЩУОЛХ	4,5	3,4	–	–	–	–	–	–
Ивантеевский лесопитомник	4,9	–	–	6,2	–	–	10,3	11,6
Кустообразная форма роста								
Воронежская область	–	–	5,3	3,5	–	–	–	–
Кировская область								
Шабалинский лесхоз	–	–	–	–	6,9	8,1	–	–
Московская область								
ЩУОЛХ	2,0	–	–	–	–	–	–	–
Ивантеевский лесопитомник	2,5	–	–	3,8	–	–	5,1	5,8

В целом накопленные к настоящему времени данные и наблюдения подтверждают высокий уровень наследования «узорчатости» в древесине у карельской березы при ее интродукции в разных регионах с разными природно-климатическими условиями. При этом сохраняется и разнообразие жизненных форм, хотя соотношение деревьев по форме роста и типу поверхности ствола заметно варьирует (см. табл. 10–11). Причины этого могут быть разными. Например, использование неодинакового в генетическом отношении посадочного материала. Преобладание же деревьев высокоствольной формы роста может оказаться результатом отбора лучших по высоте саженцев, используемых в качестве исходного материала, как это принято

**Таблица 11. Соотношение деревьев карельской березы
по типу поверхности ствола при интродукции, %**

Регион, местонахождение	Возраст культур, лет	Количество деревьев						Всего деревьев, шт.
		Тип поверхности ствола						
		м/буг		ш/ут		ребр		
		шт.	%	шт.	%	шт.	%	
Республика Марий Эл								
Учебный лесхоз МарГТУ	16	156	<u>28,9</u>	66	12,2	318	58,9	540
Ботанический сад МарГТУ	24	10	<u>27,8</u>	7	19,4	19	52,8	36
Мушмаринский питомник нац. парка «Марий Чодра»	24	–	–	8	18,2	36	81,8	44
Яльчинское лесничество	24	2	2,0	54	52,9	46	<u>45,1</u>	102
В целом		168	19,6	135	<u>25,7</u>	419	59,7	722
Кировская область, Шабалинский лесхоз	32	53	<u>34,2</u>	13	8,4	74	47,8	155
Ульяновская область, Кузоватовский лесхоз	16	6	7,9	25	32,9	45	59,2	76

Примечание. Тип поверхности ствола: м/буг – мелкобугорчатый, ш/ут – шаровидноутолщенный, ребр – ребристый.

в практике лесного хозяйства в отношении других древесных пород, когда среди всех имеющихся выбирают самые крупные. Заметное влияние на рост и развитие карельской березы может оказывать даже выбор схемы посадки саженцев, когда при плотном размещении растения короткоствольной и кустообразной форм роста, обладающие более насыщенной узорчатой текстурой древесины, из-за меньшей скорости роста оказываются менее конкурентоспособными и могут раньше, чем высокоствольные, выпасть из насаждения.

Анализ результатов интродукции показывает, что практически во всех природно-климатических условиях карельская береза сохраняет близкие по ритмам ростовые процессы и фенологическое развитие, присущие ей в естественных местообитаниях, хотя сроки прохождения отдельных фенофаз могут сдвигаться на более ранние (в южных широтах) или более поздние (в северных широтах). Выращивание карельской березы в крайне северных (Финляндия, Мурманская область России) и крайне южных (Узбекистан, Киргизия) регионах, значительно различающихся по продолжительности

вегетационного периода и длительности безморозного периода, значениям средних месячных (включая самый холодный и наиболее жаркий месяцы) и годовых температур и уровню влажности, свидетельствует о ее высоких адаптационных возможностях, а следовательно, о высоком интродукционном потенциале.

По мнению большинства специалистов, невысокая требовательность карельской березы к почвенным условиям (за исключением высокого уровня грунтовых вод) позволяет ей успешно расти на бедных песчаных (например, в Беларуси) и каменистых (в Республике Карелия и Швеции) почвах. Интересно, что имеется положительный опыт использования карельской березы для рекультивации земель, нарушенных в результате открытой добычи полезных ископаемых, в Московской области, а также отвалов вскрышных пород в Карелии.

Выявленная в разных регионах России неравномерность роста и развития карельской березы дает основание полагать, что при интродукции она в большей степени обусловлена не почвенными, а биологическими особенностями данной культуры, в частности связанными с разнообразием ее жизненных форм (от одноствольного дерева до многоствольного «дерева-куста» и кустарника), а также с климатическими условиями конкретных мест ее произрастания.

ГЛАВА 6

СПОСОБЫ И МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПЕРСПЕКТИВ ИНТРОДУКЦИИ КАРЕЛЬСКОЙ БЕРЕЗЫ

6.1. Сопоставление почвенно-климатических условий исходного района и пункта интродукции

Прохождение растениями полного цикла развития свидетельствует об их успешной интродукции, а сезонный ритм ростовых процессов отражает характер их реакции на действие факторов внешней среды, среди которых особое место принадлежит температуре. Очевидно, по этой причине для оценки условий интродукции растений долгое время применялся метод «климатических аналогов», предложенный в начале 20-го века немецким лесоводом Г. Майром. Согласно этому методу успешный перенос растений возможен в условия, по климатическим характеристикам сходные с условиями региона их естественного произрастания. Позднее опыт интродукции древесных растений показал необходимость поиска не только климатических, но и экологических аналогов. Подтверждением этому, например, является то, что к 80-м годам зона интродукции карельской березы отодвинулась в отдельных направлениях на 3 тысячи километров и более от границы ее ареала и находится таким образом в существенно разных природно-климатических зонах – от лесотундры и северной тайги до лесостепи и степи. В нее входят не только близкие по климату территории (например, Московская и Воронежская области), но и значительно более холодные (Мурманская область, Россия) или более жаркие (Самаркандская область, Узбекистан). Тем не менее, как уже отмечалось, анализ результатов интродукции показывает, что даже в разных природно-климатических условиях карельская береза сохраняет близкие по ритмам ростовые процессы и фенологическое развитие, присущие ей в естественных местообитаниях, хотя сроки прохождения отдельных фенофаз могут сдвигаться на более ранние (в южных широтах) или более поздние (в северных широтах).

Определенное влияние на рост растений при интродукции могут также оказывать почвенные условия. При этом многие специалисты отмечают, что именно невысокая требовательность карельской березы к почвенным условиям позволяет ей успешно расти, давая хороший прирост и высококачественную древесину в достаточно широком диапазоне почвенных условий.

6.2. Подбор исходного материала

На этапе, предшествующем интродукции, особое значение имеет правильный выбор исходного растительного материала. Накопленный опыт показывает, что при использовании семян от свободного опыления, взятых со случайно выбранных деревьев, количество особей с узорчатой древесиной может составлять в потомстве всего 2–3 %, редко достигая 25 % или чуть выше. Для сохранения в семенном потомстве всех признаков и свойств карельской березы, включая прежде всего узорчатую текстуру в древесине, необходимо предварительно проводить контролируемое опыление, а в качестве родителей использовать деревья, обладающие хорошо выраженными косвенными признаками «узорчатости». При этом результаты интродукции, проведенной в Московской области, показали, что проявление в семенном потомстве признаков и свойств, характерных для карельской березы, зависит как от материнского, так и от отцовского растения. Например, если для скрещивания используются родительские деревья, имеющие между собой внешнее сходство по форме роста и типу поверхности ствола, то наследование признаков происходит, как правило, по материнской линии, и наоборот, при скрещивании разнотипных по этим признакам деревьев среди потомков преобладают растения с признаками, характерными для отцовских деревьев.

Отметим, что определенное влияние на скорость роста интродуцентов карельской березы оказывает географическое происхождение семян. Например, в условиях Московской области сеянцы карельской березы белорусского происхождения растут в 2,0–2,5 раза быстрее, чем выращенные в те же сроки посева из семян, собранных в Карелии. Более того, растения карельского происхождения сбрасывали листья уже в начале сентября, а растения из Беларуси

оставались в облиственном состоянии до середины октября. В условиях Свердловской области у сеянцев белорусского происхождения в зимний период было отмечено повреждение низкой температурой верхушечных побегов, а растения из Карелии опережали в прохождении осенних фаз развития растения из Латвии.

Увеличению количества «узорчатых» деревьев может способствовать также сортировка семенного потомства по высоте, поскольку у карельской березы отставание в росте, наблюдаемое в первые годы развития растений, является одним из косвенных показателей начала формирования узорчатой текстуры в ее древесине. Поэтому нельзя ограничиваться только отбором наиболее крупных сеянцев и/или саженцев, как это принято в практике лесного хозяйства. Иначе даже в случае использования семян от контролируемого опыления количество деревьев с узорчатой древесиной составит в потомстве не более 40–60 %, как это наблюдалось в Карелии или при интродукции в Московской области.

Наиболее полно признаки карельской березы сохраняются при вегетативном размножении, полученном, например, путем прививки. Однако, как уже отмечалось, из-за низкой приживаемости прививаемых компонентов у карельской березы она не получила широкого применения. Еще менее подходящим оказался метод зеленого черенкования. К настоящему времени лучшие результаты достигнуты при выращивании посадочного материала с использованием клонального микроразмножения. Отметим и то, что при размножении в культуре *in vitro* вегетативное потомство карельской березы сохраняет способность к формированию узорчатой текстуры в древесине при условии, если оно получено за счет активизации развития уже имеющихся в растениях меристем в пазушных (аксиллярных) почках стебля, минуя процесс каллусообразования. При этом благодаря обеззараживанию при переносе растений, полученных *in vitro*, в новые условия практически исключается риск распространения каких-либо заболеваний или патогенных возбудителей.

Поскольку древесина карельской березы обладает особой ценностью, то стремление получать ее в промышленных масштабах предполагает создание искусственных плантаций. В этом случае необходимо учитывать их целевое назначение. В частности, при организации

лесосеменных плантаций (или насаждений) переход на клоновое размножение с целью сохранения генофонда карельской березы может привести к сужению генетического разнообразия карельской березы, что, однако, можно предупредить, если в качестве посадочного материала будет отобрано не менее 10, а лучше 30–50 и более разных клонов. В случае создания лесосырьевых плантаций вполне допустимо использование ограниченного числа клонов, даже одного, наиболее продуктивного. В настоящее время важнейшим источником исходного материала карельской березы могут служить ООПТ, созданные с участием карельской березы, а также природные популяции, сохранившиеся в нашей стране (на территории Карелии) и в Беларуси, и живые коллекции (например, <http://www.ckp-rf.ru/usu/465691/>).

6.3. Использование косвенных признаков карельской березы

При интродукции карельской березы, как и при ее выявлении в природе и в искусственных насаждениях, особую роль играет визуальная диагностика признаков, косвенно указывающих на формирование узорчатой текстуры в древесине. Первые визуально заметные признаки начала формирования «узорчатости» у растений обычно могут наблюдаться в возрасте 2–3 лет в виде утолщений или «валиков» в основании боковых побегов (рис. 13, А; см. рис. 11, Б), тогда как у других видов березы они отсутствуют. После снятия коры в этих местах на поверхности древесины карельской березы хорошо просматривается рельефная или ямчатая структура (рис. 13, Б–В). С возрастом указанные изменения усиливаются, и поверхность ствола становится мелкобугорчатой (многочисленные небольшие выпуклости относительно плотно и равномерно располагаются вдоль поверхности ствола), шаровидно-утолщенной (единичные крупные утолщения сменяются относительно ровными участками по длине ствола) или ребристой (неровности проявляются в виде тяжей, вытянутых вдоль ствола) (рис. 14).

По типу поверхности ствола можно ориентировочно судить об особенностях проявления узорчатого рисунка в древесине и степени его насыщенности. Например, шаровидноутолщенный тип обычно говорит о наличии крупноузорчатого рисунка преимущественно в древесине утолщений и относительно слабом его проявлении или полном

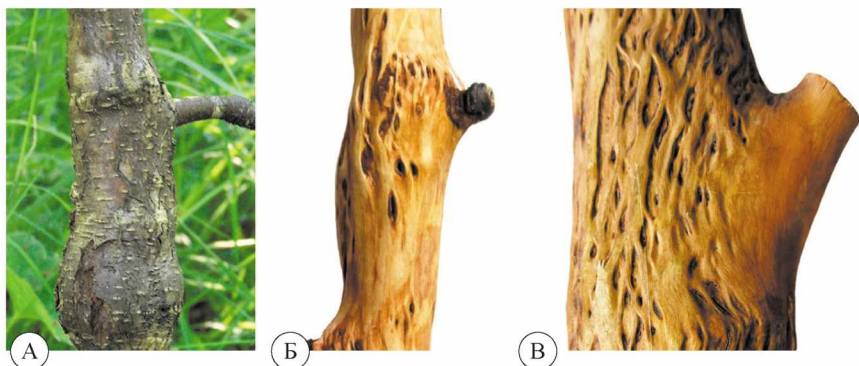


Рис. 13. Внешний вид утолщений в основании бокового побега карельской березы (А) и поверхность древесины ствола под снятой корой растения в возрасте двух (Б) и пяти (В) лет

отсутствии на ровных участках ствола; ребристый – о слабой волнистости текстуры в древесине, которая в дальнейшем может усилиться. Наиболее насыщенная узорчатая текстура в древесине, как правило, формируется у деревьев карельской березы с мелкобугорчатым типом поверхности ствола.

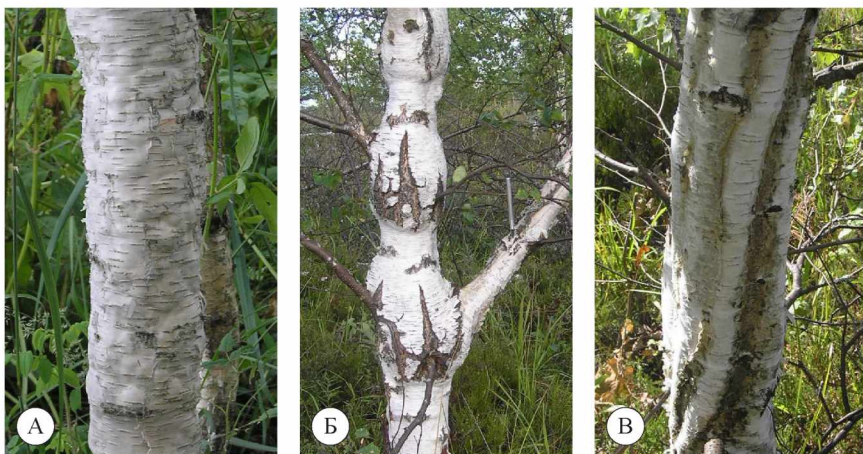


Рис. 14. Типы поверхности ствола карельской березы: мелкобугорчатый (А), шаровидноутолщенный (Б) и ребристый (В)

В 1970-е годы был предложен способ, который позволяет напрямую определять наличие в стволе узорчатой древесины и плотность его рисунка. Он предусматривает вырез участка коры на стволе (в местах утолщений) в виде небольшого прямоугольника (например, размером 2×4 см) или Г-образного надреза в коре. Если под снятой корой открываются рельефные углубления в виде вытянутых вдоль ствола ямок (см. рис. 13, Б–В), то чем больше их количество, тем, как правило, больше и насыщенность узорчатого рисунка в древесине. Пользоваться этим способом наиболее удобно в период активного транспорта ассимилятов (в условиях Карелии – это июнь, июль), когда кора отделяется от древесины без особых усилий. Других надежных способов (включая физиолого-биохимические или молекулярно-генетические) прижизненной диагностики узорчатой текстуры и определения степени насыщенности рисунка в древесине карельской березы пока нет.

6.4. Дополнительные критерии

6.4.1. *Растения-спутники (сопутствующие виды)*. Дополнительным косвенным критерием при интродукции может служить сопоставление видового состава лесообразующих пород и сопутствующих им видов на территории, где сложился ареал карельской березы, с одной стороны, и в пункте интродукции, с другой. Например, в Республике Карелия и в Беларуси, как известно, широко распространены сосновые леса (более 60 % лесной площади). Насаждения с преобладанием ели занимают примерно 25 и 10 %, соответственно, березы – около 10 и 20 %, осины – 0,7 и 3,5 %, ольхи серой – 0,2 и 0,5 % и ольхи черной – 0,1 и 9,7 %. В Беларуси помимо хвойных и мелколиственных пород с севера на юг увеличивается доля широколиственных пород, таких как дуб (5,4 %). Отметим, что у большинства видов в зоне бореальных и смешанных лесов почвенное питание осуществляется преимущественно за счет эктотрофной микоризы и не является видоспецифичным, вероятно, по этой причине при интродукции карельской березы почвенные условия чаще всего не являются лимитирующими. От других лесных видов карельская береза отличается прежде всего отношением к световому фактору, предпочитая хорошо освещенные места. Поэтому при ее переносе

в новые условия естественно ожидать, что она будет хорошо расти там, где распространены светлохвойные леса, образованные, в частности, сосной обыкновенной. Высаживать карельскую березу на территориях с преобладанием темнохвойных лесов, образованных елью европейской, пихтой сибирской или сосной сибирской кедровой, очевидно, нецелесообразно. В Дании, однако, имеется опыт, когда вместе с карельской березой в качестве «промежуточных» деревьев выращивают широко известную «рождественскую ель» (или пихту Нордманна) (рис. 15, А) (в Финляндии для тех же целей используют преимущественно ель европейскую, иногда и другие виды ели), но с условием, что ее убирают в первое десятилетие после посадки, не допуская превышения определенной высоты.

Учитывая, что ареал карельской березы перекрывается с ареалами березы повислой и березы пушистой, следует ожидать, что ее интродукция будет успешной в местообитаниях, где произрастают эти ее сородичи или другие виды из рода *Betula* L. Очевидно, они имеют сходные требования к местообитаниям, и если экологические условия не выходят за пределы нормы их реакции, то вполне могут оказаться благоприятными и для карельской березы. Однако при совместном выращивании близкородственных видов отрицательным последствием может стать их скрещивание между собой. В этом случае при перекрестном опылении карельской березы с другими видами березы в семенном потомстве количество особей с узорчатой древесиной резко уменьшается.

Надо подчеркнуть, что в первые 10–15 лет карельская береза растет в насаждениях достаточно интенсивно и не уступает по высоте сопутствующим видам. Однако по мере формирования узорчатой древесины она снижает темпы роста и в результате смыкания крон, например, соседних быстрорастущих деревьев березы повислой постепенно переходит в подчиненный ярус. В дальнейшем карельская береза не выдерживает конкуренции с другими более быстрорастущими деревьями, начинает уступать им в развитии и, как правило, оказывается в угнетенном состоянии и даже отмирает.

Отметим также, что имеется опыт создания смешанных насаждений карельской березы и других сопутствующих растений. При этом предпочтение отдается тем видам, которые не могут конкурировать с ней по высоте, например, лещине или малине (рис. 15, Б).



Рис. 15. Смешанные культуры карельской березы с «рождественской елью» (пихтой) (А) и малиной (Б) в Дании (70 км западнее г. Копенгагена)

Однако создание смешанных культур карельской березы с быстрорастущими породами (дуб красный, сосна обыкновенная) в условиях Житомирской области (Украина) не дало ожидаемого результата.

6.4.2. «Дистанционный метод». В 1970-е годы в СССР были разработаны основные принципы лесосеменного районирования для важнейших лесообразующих пород, которые наряду с другими задачами предусматривали использование семян за пределами ареала конкретных видов. Они базировались на результатах исследований географических культур (семенных потомств географически отдаленных популяций). За основную единицу лесосеменного районирования был принят лесосеменной район, т. е. определенная территория со сравнительно сходными экологическими условиями и сходным составом лесообразующих пород и сопутствующих им видов. Лесосеменное районирование было разработано отдельно для каждого из числа основных видов хвойных растений, произрастающих на территории бывшего СССР, а также для дуба черешчатого и бука европейского в виде специальных картосхем (с указанием границ районов и подрайонов) и сопровождающих их таблиц. К сожалению, работы по-

добного рода ни тогда, ни в дальнейшем не проводились не только в отношении карельской березы, но и по березе как лесообразующей породе в целом.

Необходимо сказать, что интродукция растений во многом схожа с районированием сортов сельскохозяйственных культур, которое уже более полувека активно осуществляется в нашей стране, хотя между ними есть и определенные различия. Из опыта районирования следует, что многие сорта можно с успехом выращивать в районах, достаточно удаленных от места их создания. В случае с интродукцией новый географический пункт также может находиться далеко от границы ареала. И если пунктов интродукции у конкретного вида уже существует несколько, то путем их «усреднения» можно определить ту дистанцию (расстояние), которая может оказаться приемлемой для переноса интересующего нас объекта в новые условия. Отсюда следует, что среднее расстояние (дистанция, $D_{\text{ср.}}$) от ближайшей границы ареала до намеченного пункта интродукции можно рассчитать следующим образом:

$$D_{\text{ср.}} = \frac{D_1 + D_2 + D_3 + \dots + D_n}{n},$$

где D_1, D_2, D_3 и т. д. – расстояние между уже существующими пунктами интродукции и ближайшими к ним точками на границе ареала.

Разумеется, подобный метод определения допустимой удаленности места интродукции является очень условным и может использоваться только в качестве дополнительного. Однако поскольку для оценки перспектив интродукции прямые методы по сути отсутствуют, результат окажется более надежным (хотя и вероятностным), если используется максимально широкий набор критериев и косвенных показателей.

ГЛАВА 7

РОЛЬ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ И ЛЕСОВОДСТВЕННЫХ УХОДОВ ПРИ СОЗДАНИИ ИСКУССТВЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ КАРЕЛЬСКОЙ БЕРЕЗЫ

При интродукции в искусственно созданных насаждениях карельской березы количество деревьев, обладающих узорчатой текстурой в древесине, часто остается ниже желаемого. Среди причин этого можно выделить и такие, как размер саженцев, высокая плотность их размещения при посадке и отсутствие регулярных уходов.

Установлено, что наиболее высокой приживаемостью характеризуются растения, имеющие высоту от 0,5 до 1,5 м, а меньший по размерам посадочный материал проявляет низкую устойчивость по отношению к травянистой растительности. Посадку лучше проводить в весенний период. Саженцы с закрытой корневой системой можно высаживать в течение всего вегетационного сезона, но более предпочтительным считается весенний период.

На формирование узорчатой текстуры в древесине значительное влияние оказывает густота посадки деревьев: при высокой плотности «узорчатость» в древесине формируется слабо или вообще отсутствует, даже если посадочный материал будет высококачественным (например, семена от контролируемого опыления) (рис. 16).

Опыт показывает, что при использовании сеянцев, полученных в результате контролируемого опыления, густота посадки может составлять от 1600 до 2000 шт./га при расстоянии между растениями 2,5 м и 2,2 м, соответственно. Клонированный материал следует высаживать более редко – от 400 до 800 шт./га, что примерно соответствует плотности зрелого древостоя. Разные по генотипу клоны (от 10 и более), как правило, высаживаются в ряду поочередно.

Показана экономическая эффективность создания смешанной посадки карельской березы путем чередования клонов, выращенных *in*

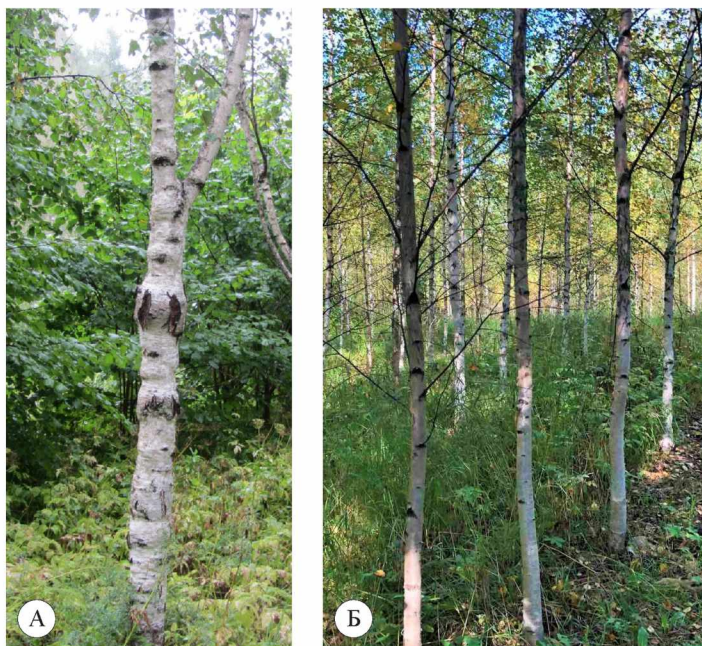


Рис. 16. Одновозрастные растения карельской березы, выращенные из семян от контролируемого опыления в условиях оптимальной (А) и высокой (Б) плотности посадки

vitro (400 шт./га), и сеянцев, полученных в результате контролируемого опыления (1200 шт./га). В этом случае расстояние между клонами, высаженными через ряд, составляет 5 м, а между гибридами – 2,5 м. При такой схеме посадки растения семенного происхождения будут сдерживать рост боковых ветвей у растений, полученных вегетативно, снижая в дальнейшем трудозатраты на их обрезку.

Для увеличения количества деревьев с узорчатой древесиной в течение, по меньшей мере, первых пяти лет необходимо проводить своевременные и регулярные агротехнические и лесоводственные уходы, включающие скашивание травянистой растительности, обрезку сучьев в нижней части кроны, удаление поросли и семенного потомства быстрорастущих пород, которые случайно оказались рядом и сформировали жизнеспособный подрост. Для удаления

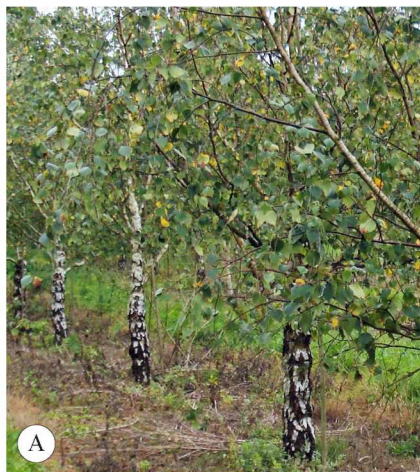


Рис. 17. Культуры карельской березы, выращиваемые с применением химической обработки (А) и без нее (Б) в Дании (70 км на запад от г. Копенгагена)

травянистой растительности, например, в Дании часто используют химическую обработку напочвенного покрова (рис. 17).

Следует подчеркнуть, что именно на ранних этапах развития искусственные насаждения карельской березы могут страдать от зарастания травянистой растительностью. Это связано не только с конкуренцией корневых систем растений, но и с кормовой базой, привлекающей мышевидных грызунов, которые используют для питания кору у основания стволов карельской березы (рис. 18).

В отдельные годы первого десятилетия растения могут повреждаться также зайцами (чаще в конце зимы – начале весны) и лосями (в период вегетации) (рис. 19). При повреждении лосями и зайцами растения в большинстве случаев выживают, а окоренные в результате повреждения ствола мышевидными грызунами – чаще погибают.

Для защиты карельской березы от повреждений мышевидными грызунами применяют специальные ограждения в виде пластиковых труб различного сечения (рис. 20, А), а также обработку ствола растворами специального химического состава. Эффективным способом является посадка саженцев на полиэтиленовую пленку, которая



Рис. 18. Внешний вид нижней части ствола карельской березы после повреждений, нанесенных мышевидными грызунами (А), и спустя 20 лет (Б)

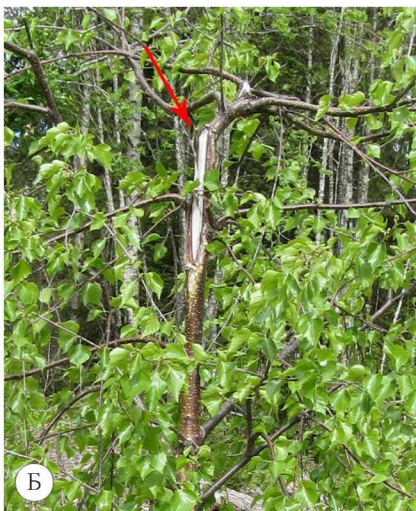
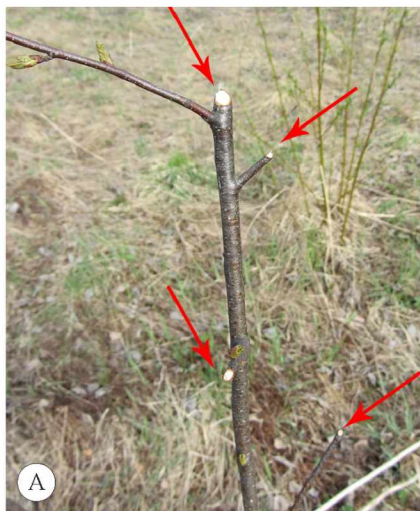


Рис. 19. Внешний вид повреждений (указаны стрелкой) ствола и ветвей карельской березы, нанесенных зайцами (А) и лосями (Б)

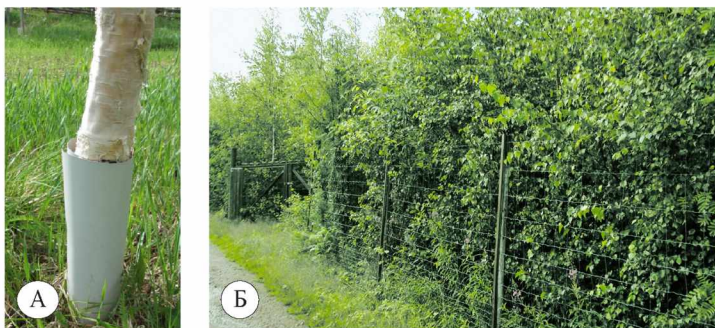


Рис. 20. Примеры применяемых в Финляндии и Швеции средств защиты саженцев карельской березы от повреждений мышевидными грызунами (А), а также зайцами и лосями (Б)

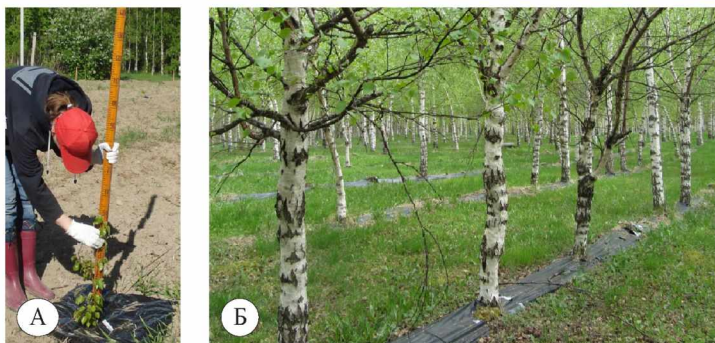


Рис. 21. Пример использования полиэтиленовой пленки при выращивании карельской березы: после посадки на постоянное место (А) и спустя 20 лет (Б)

размещается индивидуально вокруг основания ствола (рис. 21, А) или в виде полосы в ряду (рис. 21, Б). Пленочное покрытие сдерживает рост и развитие травяной растительности хотя бы на участке почвы, соответствующем приствольному кругу растений, диаметр которого примерно равен диаметру кроны. Оптимальная величина радиуса приствольного круга у саженцев карельской березы в возрасте двух-трех лет составляет около 0,7–1,0 метра. Для защиты от зайцев обычно используются ограждения из проволоки, а от лосей – ограждения с подачей тока слабого напряжения (рис. 20, Б).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Роль интродукции, направленной на сохранение редких и исчезающих видов растений, сегодня значительно возросла. Из результатов анализа интродукционного (адаптационного) потенциала более 300 охраняемых травянистых растений, проходивших испытания в течение 40 лет в условиях Центрального Черноземья, следует, что только около 200 из них оказались более или менее устойчивыми и прижились в новом пункте интродукции. В отличие от травянистых видов задача интродукции древесных растений значительно сложнее, поскольку большая продолжительность их жизни обуславливает длительный срок проведения испытаний, а достижение результата требует многократных попыток, на которые часто не хватает ни времени, ни средств.

Карельская береза является уникальным и высокоценным биологическим объектом, природные популяции которого выявлены только на территории России (в Республике Карелия) и в Беларуси. Первые работы по интродукции карельской березы были начаты более полувека тому назад, почти одновременно с началом ее систематического изучения. К настоящему времени опыт ее интродукции в разных регионах насчитывает от 40 (Республика Марий Эл) до 70 лет (Московская область России, Финляндия).

В целом зона интродукции карельской березы занимает обширную территорию – от 68° с. ш., 27° в. д. на севере (Финляндия) до 39° с. ш., 66° в. д. на юге (Узбекистан, Киргизия) – и распространяется преимущественно в юго-восточном направлении, далеко выходя за пределы ареала. География интродукции карельской березы охватывает часть территории Европейского Севера (Швеция, Финляндия; Россия, Мурманская и Архангельская области), центральной части России (Воронежская, Московская области), Поволжья (Ульяновская область), Предуралья и Урала (Башкортостан, Свердловская область), Сибири (Омская, Новосибирская, Иркутская области, Красноярский край) и даже Дальнего Востока (Амурская область). Новые места ее произрастания находятся в разных природно-климатических

зонах – от лесотундры и северной тайги с умеренно холодным климатом до лесостепи и степи с резко континентальным и даже субтропическим внутриконтинентальным климатом.

Однако несмотря на это эффективность интродукционной работы нельзя считать очень высокой. Становится все более очевидным, что при планировании работ по переносу карельской березы за пределы ареала очень важно предварительно осуществлять всестороннюю оценку природно-климатических условий предполагаемого пункта интродукции. Наиболее подходящими для нее, по-видимому, являются условия, характерные для бореальных и смешанных лесов. Дополнительными критериями при этом могут служить: а) оценка состава лесообразующих пород и сопутствующих им видов в новом пункте интродукции, с учетом того что карельская береза, в отличие от некоторых других древесных пород, предпочитает хорошо освещенные местообитания; б) «дистанционный метод», который дает представление об условно допустимом расстоянии от границы ее ареала (или места происхождения исходного растительного материала) до той географической точки, которая намечена в качестве пункта интродукции.

Вполне очевидно, что наиболее полно признаки и свойства карельской березы, как и у других растений, сохраняются в вегетативном потомстве, полученном, например, в результате клонального микроразмножения *in vitro*. Однако в этом случае для сохранения генетического разнообразия количество разных клонов должно быть не меньше 10, а лучше 30–50. Использование при интродукции семенного материала также вполне допустимо, но только полученного в результате контролируемого опыления с участием деревьев (отцовских и материнских), имеющих явно выраженные косвенные признаки карельской березы. Кроме того, при создании искусственных насаждений карельской березы следует обращать внимание на географическое происхождение растительного материала и на густоту посадки, поскольку при высокой плотности «узорчатость» в древесине формируется слабо и даже может не проявиться вообще. Результат интродукции карельской березы зависит и от проведения своевременных и регулярных агротехнических мероприятий и лесоводственных уходов.

В целом можно заключить, что несмотря на то что карельская береза обладает высокой экологической пластичностью и, соответственно, высоким интродукционным потенциалом, при оценке перспектив ее переноса в новые районы, находящиеся за пределами ареала, необходимо учитывать и использовать максимальный набор косвенных критериев и показателей, которые в совокупности позволят с наибольшей вероятностью не только оценить будущий результат интродукции, но и повысить ее эффективность.

Накопленный к настоящему времени опыт разведения карельской березы в высокоширотных районах России, а также в Финляндии и Швеции убеждает, что при соответствующих мерах ухода она вполне способна расти и развиваться, давая хороший прирост и высококачественную древесину, в достаточно широком диапазоне почвенно-климатических условий.

В дальнейшем полезным и важным для успешного продолжения интродукционной работы с карельской березой могут стать следующие мероприятия и действия.

1. Создание искусственных насаждений с целью сохранения генофонда карельской березы не только *in situ* (в естественной среде обитания видов, например, на ООПТ), но и *ex situ* (в условиях культуры, включая, например, ботанические сады). Для повышения эффективности этой работы следует использовать семена, полученные в результате контролируемого опыления, или клоны, полученные вегетативно путем клонального микроразмножения *in vitro*.

2. Создание и поддержание коллекций *in vitro* (например, <http://www.ckp-rf.ru/usu/465691/>), образованных с целью сохранения лучших генотипов и формирования клонового потомства «плюсовых» деревьев, представляющих разные природные популяции (часть из которых уже может отсутствовать в природе).

3. Определение регионов и интродукционных центров получения семян или растительного материала, которые могут обеспечить качественным исходным материалом работы по интродукции карельской березы.

4. Определение новых пунктов интродукции, расположенных за пределами ареала карельской березы, в которых с наибольшей вероятностью может быть достигнут положительный результат интродукции.

5. Использование карельской березы для озеленения и обогащения дендрофлоры северных городов и населенных пунктов России.

6. Организация и создание плантаций карельской березы для получения древесины с заданными свойствами в разных регионах России.

Осуществление указанных мероприятий и действий позволит не только увеличить объемы и масштаб интродукции, но и повысить эффективность интродукционной работы с карельской березой, а следовательно, будет существенным образом способствовать как сохранению, так и расширенному воспроизводству этого уникального представителя европейской лесной дендрофлоры.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Ветчинникова Л. В. Береза: вопросы изменчивости (морфо-физиологические и биохимические аспекты) / Под ред. А. Ф. Титова М., 2004. 183 с.

Ветчинникова Л. В. Карельская береза и другие редкие представители рода *Betula* L. / Под ред. А. Ф. Титова. М., 2005. 269 с.

Ветчинникова Л. В., Титов А. Ф. Карельская береза – уникальный биологический объект // Успехи современной биологии. 2019. Т. 139, № 5. С. 412–433.

Ветчинникова Л. В., Титов А. Ф. О границах ареала карельской березы // Изв. высш. уч. зав. Лесн. журн. 2020. № 6. С. 9–21.

Ветчинникова Л. В., Титов А. Ф. Современное состояние ресурсов *Betula pendula* var. *carelica* (Betulaceae) // Растительные ресурсы. 2020. Т. 56, № 1. С. 16–33.

Ветчинникова Л. В., Титов А. Ф. Карельская береза: важнейшие результаты и перспективы исследований. Петрозаводск, 2021. 243 с.

Ветчинникова Л. В., Титов А. Ф., Кузнецова Т. Ю. Карельская береза: биологические особенности, динамика ресурсов и воспроизводство. Петрозаводск, 2013. 312 с.

Евдокимов А. П. Биология и культура карельской березы. Л., 1989. 228 с.

Ермаков В. И. Механизмы адаптации березы к условиям Севера. Л., 1986. 144 с.

Ермаков В. И., Новицкая Л. Л., Ветчинникова Л. В. Внутри- и межвидовая трансплантация коры березы и ее регенерация при повреждении. Петрозаводск, 1991. 184 с.

Коровин В. В., Новицкая Л. Л., Курносов Г. А. Структурные аномалии стебля древесных растений. М., 2003. 280 с.

Лаур Н. В. Селекционные методы разведения карельской березы: Учебное пособие. Петрозаводск, 2002. 44 с.

Любавская А. Я. Селекция и разведение карельской березы. М., 1966. 124 с.

Любавская А. Я. Карельская береза. М., 1978. 158 с.

Новицкая Л. Л. Карельская береза: механизмы роста и развития структурных аномалий. Петрозаводск, 2008. 144 с.

Побирушко В. Ф. Распространение и изменчивость березы карельской в Беларуси // Ботаника. Вып. 31. Минск, 1992. С. 31–39.

Соколов Н. О. Карельская береза. Петрозаводск, 1950. 116 с.

Соколов Н. О. Карельская береза. Л., 1959. 36 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Байбурина Р. К. Микрклональное размножение взрослых гибридов березы карельской в культуре тканей // Растительные ресурсы. 1998. Т. 34, вып. 2. С. 9–22.

Барсукова Т. Л. Изменчивость, отбор и разведение березы карельской в Беларуси: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Гомель, 1995. 21 с.

Ветчинникова Л. В., Титов А. Ф. Карельская береза в заказниках Республики Карелия: история, современное состояние и проблемы // Ботан. журн. 2018. Т. 103, № 2. С. 256–265.

Ветчинникова Л. В., Титов А. Ф. Роль особо охраняемых природных территорий в сохранении генофонда карельской березы // Труды КарНЦ РАН, серия Экологические исследования. 2018. Т. 10. С. 3–10.

Ветчинникова Л. В., Титов А. Ф. Карельская береза: разновидность или самостоятельный вид? // Изв. высш. уч. зав. Лесн. журн. 2020. № 1. С. 26–48.

Ветчинникова Л. В., Титов А. Ф. Особенности структуры популяций карельской березы // Успехи современной биологии. 2020. Т. 140, № 6. С. 601–615.

Красная книга Республики Карелия / Гл. редактор О. Л. Кузнецов. Белгород, 2020. 448 с.

Матвеева Т. В., Машкина О. С., Исаков Ю. Н., Лутова Л. А. Молекулярная паспортизация клонов карельской березы при помощи ПЦР с полуслучайными праймерами // Экологическая генетика. 2008. Т. 6, № 3. С. 18–23.

Особо охраняемые природные территории Республики Карелия. Петрозаводск, 2017. 432 с.

Савельев О. А. Автовегетативное размножение ценных форм карельской березы: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. СПб., 1992. 19 с.

Haggvist R., Mikkola A. Visakoivun kasvatus ja käyttö. Metsäkustannus Oy, 2008. 168 s.

Kosonen M., Leikola M., Haggvist R., Mikkola A., Väitalo H. Visakoivu. Curly birch. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti, 2004. 201 p.

Pagan J., Paganová V. Breza biela svalcovitá (*Betula alba* L. var. *carelica* Merk.) // Vedecké a pedagogické aktuality. 1994. N 10. 75 s.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава 1. Биологические особенности карельской березы	5
Глава 2. Ареал карельской березы и современное состояние ее ресурсов	11
Глава 3. Краткая история интродукции карельской березы в Советском Союзе (по 1991 г.) и в России (с 1992 г.)	15
Глава 4. Опыт интродукции карельской березы в зарубежных странах	23
Глава 5. Рост и характер проявления признаков и свойств карельской березы при интродукции в различных почвенно-климатических условиях	26
Глава 6. Способы и методы оценки перспектив интродукции карельской березы	33
6.1. Сопоставление почвенно-климатических условий исходного района и пункта интродукции	33
6.2. Подбор исходного материала	34
6.3. Использование косвенных признаков карельской березы	36
6.4. Дополнительные критерии	38
6.4.1. Растения-спутники (сопутствующие виды)	38
6.4.2. «Дистанционный метод»	40
Глава 7. Роль агротехнических мероприятий и лесоводственных уходов при создании искусственных насаждений карельской березы	42
Заключение	47
Основная литература	51
Дополнительная литература	52

Научное издание

Ветчинникова Лидия Васильевна
Титов Александр Федорович

ИНТРОДУКЦИЯ
КАРЕЛЬСКОЙ БЕРЕЗЫ

Учебное пособие

Печатается по решению Ученого совета
Института леса КарНЦ РАН

Редактор *Л. В. Кабанова*
Оригинал-макет *М. И. Федорова*

Подписано в печать 25.05.2021 г. Формат 60×84¹/₁₆.

Гарнитура Times. Печать офсетная.

Уч.-изд. л. 2,5. Усл. печ. л. 3,26.

Тираж 300 экз. Заказ № 657.

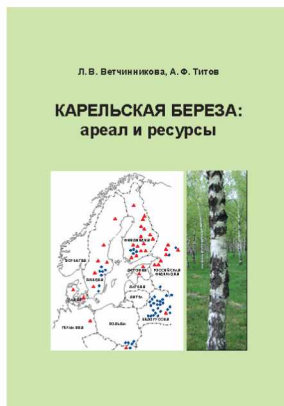
Федеральный исследовательский центр
«Карельский научный центр Российской академии наук»
Редакционно-издательский отдел,
185003, Петрозаводск, пр. А. Невского, 50

В редакционно-издательском отделе
ФИЦ «Карельский научный центр Российской академии наук»
также опубликованы работы по карельской березе

Учебные пособия



2018



2020

Монографии



2013



2021